



Modelo de gestión para el abastecimiento de perecederos Agro-frescos evaluado a través de Simulación Montecarlo.

Management model for the supply of Agro-fresh perishables evaluated through Montecarlo Simulation.

Oscar Javier Herrera-Ochoa¹, Andrés Mauricio Hualpa-Zúñiga²

^{1,2}Universidad de La Salle, Bogotá - Colombia

Recibido: 10 de diciembre de 2024.

Aceptado: 18 de abril de 2025.

Publicado: 01 mayo de 2025.

Resumen- El estudio aborda el diseño de un modelo de gestión de la cadena de suministro agropecuaria con la articulación en cadena fundamentado en la asociación de los Comerciantes Minoristas (CM) que distribuyen productos agro-frescos al usuario final mediante el uso de una Central Mayorista de Alimentos (CMA). El objetivo es lograr mayor eficiencia en la operación de abasto para este tipo de alimentos a través de la reducción de distancias y tiempos en el abasto de cada CM, además de alcanzar un balance de las cargas de los productos a manejar por cada eslabón de la cadena, redundando todo esto en la disminución de los precios al consumidor final y en el aumento de la seguridad alimentaria, además de contribuir en la mejora del tráfico y por lo tanto del impacto ambiental ocasionado por el transporte de carga. Se valida el modelo con una muestra de CM para una población colombiana mediante la técnica de simulación Montecarlo con 8 réplicas. Esta técnica se desarrolló definiendo en primera instancia, una longitud de corrida para 60 días equivalente al promedio de duración de cosechas en Colombia, en segundo lugar, un análisis de entrada de las variables de decisión para ser modeladas mediante distribuciones probabilísticas y finalmente la representación de la secuencia lógica de funcionamiento del sistema, obteniéndose así un análisis de balance entre la demanda y la oferta del sistema. El desempeño del modelo se midió a través de indicadores de inventario final, unidades disponibles y cantidad de unidades abastecidas en la CMA. Los resultados demostraron un ahorro mediante la reducción de costos por la operación diaria de abasto del 20,4% y un aumento en la utilidad semanal en \$31.000 dólares en promedio.

Palabras clave: modelo de abastecimiento, comerciantes minoristas, perecederos, sostenibilidad, simulación montecarlo.

Abstract— This study addresses the design of an agricultural supply chain management model with chain articulation based on the association of Retail Merchants (RM) that distribute fresh agricultural products to the end user through a Central Wholesale Food Center (WFC). The objective is to achieve greater efficiency in the supply operation for this type of food by reducing distances and supply times for each RM, in addition to achieving a balanced load of products handled by each link in the chain. All of this will result in lower prices for the end consumer and increased food security. It also contributes to improving traffic and, therefore, the environmental impact caused by freight transport. The model is validated with a sample of RMs from a Colombian population using the Monte Carlo simulation technique with eight replications. This technique was developed by first defining a 60-day run length equivalent to the average harvest duration in Colombia. Second, an input analysis of the decision variables to be modeled using probabilistic distributions. Finally, a representation of the system's logical operating sequence was performed, thus obtaining a balance analysis between the system's demand and supply. The model's performance was measured through indicators of final inventory, available units, and the number of units supplied to the WFC. The results demonstrated savings through a 20.4% reduction in daily supply operation costs and an average increase in weekly profit of \$31,000.

Keywords: supply model, retailers, perishables, sustainability, Monte Carlo simulation.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: ojherrera@unisalle.edu.co (Oscar Javier Herrera Ochoa).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad de Santander.

Como citar este artículo: O. J. Herrera-Ochoa y A. M. Hualpa-Zúñiga, "Modelo de gestión para el abastecimiento de perecederos Agro-frescos evaluado a través de Simulación Montecarlo", Aibi revista de investigación, administración e ingeniería, vol. 13, no. 2, pp. 01-13 2025, doi: [10.15649/2346030X.4071](https://doi.org/10.15649/2346030X.4071)

I. INTRODUCCIÓN

Históricamente el abastecimiento de alimentos agro-frescos en la mayoría de poblaciones y ciudades en ruta de desarrollo se ha llevado a cabo a través de CM, el cual tiende a llevarse a cabo de manera informal, independiente y en muchos casos desorganizado, donde su abasto se hace principalmente desde una central mayorista cercana [1]. Algunos CM cuentan con vehículos propios para esta actividad, pero la mayoría lo hacen a través de intermediarios de la cadena. Este esquema de operación desarticulado, trae consigo ineficiencias en el sistema y por lo tanto sobrecostos que finalmente son cargados al consumidor final, incrementándose así el costo de vida y a su vez, la pérdida de competitividad a lo largo de la cadena. Por otro lado, el que se opere de manera independiente incrementa el número de viajes desde la población origen a las poblaciones o ciudades de donde se abastece, trayendo consigo mayor congestión en estas vías, lo que agrava la movilidad entrante y saliente en estas poblaciones, además de aumentar el número de emisiones de CO₂ al medio-ambiente [2]. Finalmente, todo esto es una de las causas principales del aumento en el precio de los alimentos, una baja competitividad, sostenibilidad y asociatividad de la economía campesina, así como una infraestructura para la disponibilidad de alimentos que no responde a las necesidades de abastecimiento local [3].

A partir de la anterior problemática, el presente estudio plantea un modelo de gestión para el abastecimiento sostenible de los CM de poblaciones o ciudades en vía de desarrollo, basado en un enfoque de encadenamiento entre los diferentes actores de la cadena, desarrollado a través de un esquema de asociatividad que promueve un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles. El objetivo de este modelo es lograr mayor eficiencia en la operación de abasto de alimentos agro-frescos. Esto a través de dos factores importantes; el primero referente a la reducción de distancias y tiempos de los CM, superando la tradicional intermediación en las cadenas de suministro para lograr que los actores ubicados en los extremos de la cadena (Campesinos y CM) se acerquen y se reduzcan ineficiencias de la cadena actual. En segundo lugar, balancear las cantidades de productos que se manejan a lo largo de toda la cadena de suministro, iniciando con las cargas que se reciben de los productores campesinos y que inciden en los niveles de inventario a manejar tanto en la CMA como en los CM, de tal forma que se reduzcan estos costos en todo el sistema y así el consumidor final se vea beneficiado por una reducción notable de los precios de los alimentos.

El documento se organiza en su primera parte con la revisión de teórica y de antecedentes, los métodos o procedimientos utilizados, luego el diseño del modelo propuesto y su evaluación a través de un modelo de Simulación Montecarlo, sus resultados y discusiones y finalmente las conclusiones.

II. MARCO TEÓRICO Y DE ANTECEDENTES

Esta revisión se presenta desde los temas de Gestión Organizacional, Encadenamientos Productivos, Asociatividad en las Cadenas de Suministro, Abastecimiento Sostenible y Centrales de Manejo de Alimentos. Esto con el fin de enmarcar la propuesta que se hace en este trabajo desde la perspectiva de la revisión de la literatura actual frente al tema.

Los modelos de Gestión Organizacional son la base para alinear el trabajo de cada miembro a un objetivo en común [4], lo cual se aplica en diversas cadenas de suministro [5]. Así se tiene, que los modelos logísticos, hacen referencia a la planificación de tiempo de entrega de los productos para poder lograr la satisfacción de sus clientes optimizando la cadena de suministro establecida desde la solicitud hasta la entrega teniendo en cuenta las rutas de acceso a clientes [6]. De esta manera, hay estudios como el modelo conceptual de gestión logística para Pymes presentado por [7] que establece los inventarios, el almacenamiento, el proceso productivo y la distribución, como las variables clave del proceso logístico, y que al ser interrelacionados de forma adecuada con los clientes internos y externos pueden propiciar la mejora de la cadena de suministro. También está el modelo de gestión logística para Pequeñas y Medianas Empresas (PYME) [8], donde se incluyen procesos de mejora continua relacionados con la integración de la cadena de suministro; además, en [9] se trabajó un modelo fundamentado en el desarrollo de nuevos servicios dentro de la cadena de suministro, y que utiliza el ciclo de vida del producto como enfoque de mejora continua. Se encuentra por otro lado, el diseño de los procesos de planificación de la cadena de suministro basados en el modelo metodológico PMI [10] que permite tener en cuenta los riesgos de la cadena con un enfoque de proyecto.

Frente a los estudios que tienen en cuenta el encadenamiento productivo como estrategia para aumentar la competitividad de la cadena de valor, su aplicación resulta en una eficiencia colectiva en la que intervienen varios actores, pues entregan productos y servicios con mayor valor agregado a mercados donde no existía la oportunidad de llegar aisladamente [10]. Así, los modelos de encadenamiento, pueden generar servicios logísticos de valor agregado, en los que se establecen operaciones que agregan valor comercial, sin modificar la naturaleza del producto y que van más allá del transporte y almacenaje; por ejemplo, consolidado y desconsolidado cargas, etiquetado, clasificación, control de calidad, ensamble y desensamble, fraccionamiento, empaçado y acondicionamiento, preparación de pedidos al detalle, preparación de documentación, entre otros, [11]. Sin embargo, la aplicación de los modelos de encadenamiento puede estar prevista por una secuencia particular de pasos que no en todos los casos es eficiente, ya que requieren reubicación de funciones individuales (Deslocalización), para ahorrar costos de transporte [12]. La definición adecuada de esta secuencia de suministro impulsa la generación de valor agregado que puede extenderse a diversos productos, generando mayores ingresos y dinamizando la economía [13]. Para lograr este reto, es necesaria la inversión en desarrollo e innovación de nuevas tecnologías y la creación de infraestructura a lo largo de las funciones de cadena de suministro: producción, almacenamiento, transporte y distribución [14]. La adopción de estas nuevas tecnologías genera influencia en la efectividad de los procesos logísticos, aumentando la competitividad en el mercado [15], demostrando la factibilidad de inversión a través de indicadores de valor actual neto, tasa interna de retorno y periodo de recuperación mediante encadenamiento productivo en el sector agroindustrial [16] y compatibilidad entre todos los agentes de la cadena para el desarrollo de buenas prácticas de manufactura en el marco de inocuidad y gestión de calidad [17].

Por su parte, en el alcance de asociación de los agentes de la cadena se destacan esquemas de gestión fundamentados en lograr mayor competitividad. Esta asociación da lugar a un modelo que hace posible un trabajo cohesionado donde los intereses particulares son llevados a un único plano a lo largo de la cadena de suministro [18]; además, el esquema en redes de asociación para PYME permite aunar esfuerzos para lograr mayores volúmenes de producción, precios más competitivos y mejor capacidad negociadora a la hora de exportar [19]. Otros autores proponen un modelo de gestión empresarial asociativo que contempla la participación articulada de los sectores público, privado y académico como forma de mejorar el desempeño de la cadena de suministro, [20].

En cuanto al abastecimiento sostenible, es un concepto que ha venido generando interés investigativo por diferentes instituciones y autores asociados a trabajos en cadenas de suministro CS. Sin embargo, los avances de integración de sostenibilidad y abastecimiento aún requieren desarrollos teóricos y prácticos para ser adoptados en diferentes sectores [21]. Una directriz base para establecer estrategias de configuración de red bajo el alcance de sostenibilidad en CS, es la maximización del beneficio económico, la reducción de los impactos ambientales y la optimización de los aspectos sociales [22]. Por su parte [23] declaran que la integración de los tres pilares de sostenibilidad permite aumentar el desempeño de la CS. En contraposición, se tiene como restricción común la integración del enfoque de sostenibilidad con los diferentes actores de la cadena, debido a que enfrentan varias dificultades para mantener colaboraciones efectivas [24], ya que se mantienen desconexiones entre la agricultura y los procesos estándares de producción y distribución de alimentos [25]. Entre las principales restricciones esta la gestión de residuos y la utilización de recursos no renovables. Por esto, es importante incluir aspectos como la trazabilidad, la innovación tecnológica, la seguridad alimentaria, entre otros [26] y [27]. Finalmente, el uso de modelos de abastecimiento sostenible compartido entre los diferentes actores de la CS, es clave para fomentar el desarrollo de innovaciones ecológicas en la gestión como en los procesos a nivel estratégico, táctico y operativo a lo largo de la cadena de suministro [28].

Por otro lado, y frente al uso de centros de manejo de alimentos, los autores [29], evidencian la necesidad de contar con un centro de acopio localizado, que les permita eliminar costos de desplazamiento, a precios más asequibles, con calidad para la distribución y entrega de alimentos directamente en sus negocios. También [30], sugieren hacer el abastecimiento siempre en una sola central mayorista ubicada estratégicamente para hacer óptima las compras de alimentos. Otros autores dan gran importancia en establecer un modelo de localización de una plataforma logística de abastecimiento de alimentos, como forma de minimizar la distancia entre los clientes y los proveedores [31]. De esta manera, se encuentran modelos de gestión logística y de cadenas productivas, -algunos con enfoque de encadenamiento- para el análisis de la cadena de suministro, pero ninguno de estos tiene en cuenta la asociatividad de sus integrantes con enfoque sostenible; por lo cual, es pertinente el desarrollo de un Modelo de gestión con enfoque de encadenamiento para el abastecimiento sostenible de productos agro-frescos a través de CM a través de un Esquema de Asociatividad; esto con la finalidad de evaluar los beneficios y opciones de mejora del desempeño de la cadena de suministro mediante este esquema de trabajo.

La revisión de conceptos determina una considerable alineación entre la gestión logística, el encadenamiento productivo y las cadenas de suministro ya que en sus alcances comunes involucran relaciones comerciales permanentes entre dos o más actores en el marco de acciones de abastecimiento [11]. En cada uno de los conceptos converge la importancia de articular a todos los actores para facilitar mayor coordinación de oferta y demanda [5], [13], [19]. Bajo la perspectiva logística, el encadenamiento productivo optimiza la gestión de insumos, promueve la reducción de costos de almacenamiento y transporte [7] y facilita la planeación de la producción ajustada a la demanda [6]. La estructuración adecuada de encadenamiento garantiza la llegada oportuna de productos y la reducción de costos de transporte [12]. En la Tabla 1, se especifican los aspectos clave en los que convergen cada uno de los conceptos revisados.

Tabla 1: Relación entre los Conceptos Revisados.

Concepto / Relación	Encadenamientos Productivos	Asociatividad en Cadenas de Suministro	Abastecimiento Sostenible	Centrales de Manejo de Alimentos (CMA)
Gestión Organizacional	Coordinación entre eslabones de la cadena mediante estructura organizativa	Cohesión operativa entre agentes de la cadena	Integra prácticas sostenibles en procesos internos y externos	Adaptación de modelos operativos eficientes en las CM
Encadenamientos Productivos		Modelos asociativos para lograr capacidad operativa y economías de escala	Integración de eficiencia económica, ambiental y social	Eficiencia logística mediante ubicación estratégica y articulación de operaciones compartidas
Asociatividad en Cadenas de Suministro			Adopción colectiva de prácticas sostenibles	Operación colaborativa de CM para reducir costos y aumentar cobertura
Abastecimiento Sostenible				Plataformas logísticas con implementación de estrategias sostenibles

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 1, se identifica una conexión sistémica entre los mismos, ya que su integración bajo un modelo colaborativo permite alinear los intereses de los diferentes actores de la cadena [5], enlazar las funciones y procesos de abasto entre productores y comerciantes minoristas [11], reducir ineficiencias y costos logísticos bajo esquemas de asociatividad [19] y direccionar acciones sostenibles de forma colaborativa [28]. En síntesis, esta interrelación proporciona un sistema sinérgico de alto desempeño que sirve como modelo de transformación de dinámicas tradicionales de abasto agroalimentario en los que convergen los enfoques de eficiencia, colaboración y sostenibilidad.

Bajo la perspectiva de cadena de suministro, el encadenamiento productivo refuerza las condiciones para enfrentar dificultades para mantener colaboraciones efectivas entre cada uno de sus actores [24]. Además, permite alinear sus procesos con principios de sostenibilidad, optimizando el uso de recursos a través de la adopción de innovaciones ecológicas de manera compartida [28]. Para ello, es importante contar con un procedimiento para la gestión de riesgos de encadenamiento productivo con enfoque de sostenibilidad, que permita controlar amenazas y restricciones para mejorar la satisfacción de las partes interesadas en la cadena de suministro [32]. Por lo anterior, el encadenamiento productivo se consolida como una estrategia viable para responder a los retos de gestión logística y cadena de suministro en términos de eficiencia económica, competitividad y sostenibilidad.

III. METODOLOGÍA

Para el establecimiento del modelo de gestión referido, se parte del diseño de la investigación fundamentado en la revisión de antecedentes y la definición de un objeto práctico en donde se lleve a cabo su aplicación directa. Para esto, se escogió la operación de distribución de los CM de una población cerca de la ciudad de Bogotá Colombia, obteniendo la caracterización del sistema de suministro en la que se definen los factores y variables más incidentes en su operación de abasto. Con el procesamiento de esta información, se pudo establecer un esquema de

encadenamiento logístico que sirvió para identificar las diversas interrelaciones de los agentes de la cadena y así proponer un modelo de gestión para el abastecimiento de forma asociada con el uso de una CMA que distribuye directamente hacia los CM de dicha población.

El proceso de caracterización se realizó a través de encuestas y por observación directa mediante visitas a cada uno de los CM identificados en la población. Allí, se aplicó un formato de recolección de información que permite analizar diferentes variables, entre ellas: tipo y cantidad de productos manejados, principales centrales de abasto, frecuencia de compra, medios de transporte, formas de almacenamiento, entre otras. Para esta actividad se recolectó información de 52 comerciantes que representan el 50,9% de las 102 unidades de negocio caracterizadas inicialmente por observación directa y que representan el 100% de la población. Se aclara que las encuestas se entregaron al total de CM, pero la proporción del 49,1% no contaba con la disponibilidad de tiempo o interés para diligenciar dicha encuesta. De esta manera, se obtuvo un margen de error del 9,5% en el proceso de encuestas realizado según la muestra efectiva obtenida [33], manejando un 95% de nivel de confianza.

La metodología utilizada en la investigación se divide en tres etapas generales; la primera comprendió la recolección de información secundaria, de antecedentes y referentes conceptuales; en la segunda etapa se definió el diseño de la investigación donde se estableció la información a recoger directamente de la unidad de análisis, el diseño de los instrumentos de recolección y su aplicación; y finalmente en la última etapa, se analizaron las variables más incidentes acorde al problema teórico-práctico en cuestión, diseñando un modelo de gestión para el abastecimiento con un enfoque de encadenamiento con su posterior evaluación mediante Simulación Montecarlo. Frente al uso de esta técnica como forma de validar el modelo de gestión, esta se basó en tres pasos [34]; el primero referente a la generación de la longitud de corrida o duración de la corrida de simulación, en segundo lugar, se estableció la simulación de las variables de decisión (100% aleatorias), cuya definición se detallan más adelante en la Tabla 3; y finalmente se llevó a cabo el desarrollo de la lógica secuencial del proceso teniendo en cuenta una validez estadística mediante la verificación de la información arrojada por el modelo y comparada con la información de entrada, además de validación de la sintaxis de formulación del sistema. Por otro lado, cada una de estas etapas, contribuye a generar aporte práctico y teórico a la investigación, enriqueciendo la teoría de la Gestión Organizacional en las cadenas de suministro. Este procedimiento se puede apreciar en la Figura 1, donde cada etapa se distingue por la tonalidad de color gris.

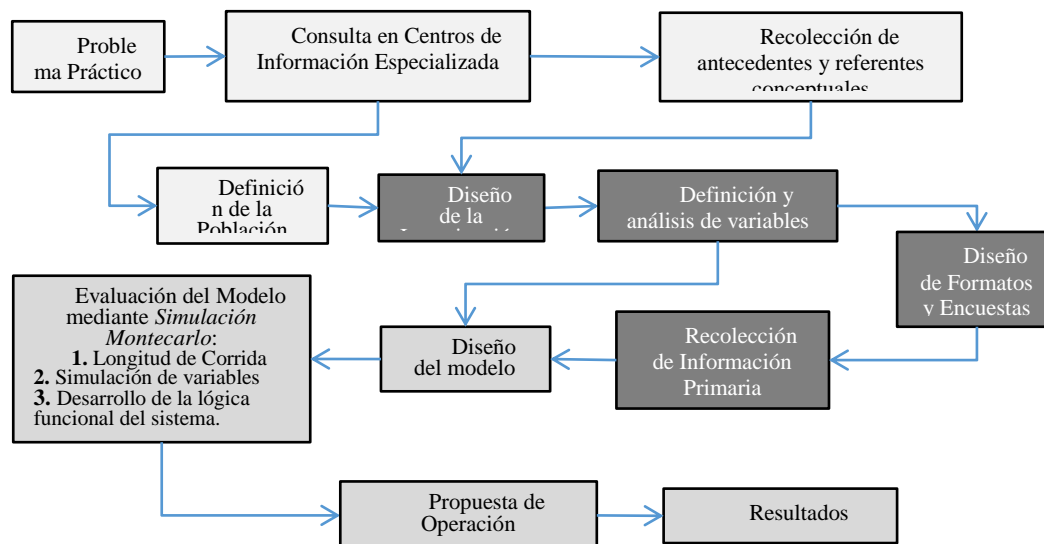


Figura 1: Diagrama de la Metodología Utilizada en la Investigación.
Fuente: Elaboración propia.

De manera específica, el desarrollo investigativo integra una metodología cuantitativa al utilizarse diversas técnicas para el estudio de las variables de interés en la unidad de análisis respectiva [35], basándose en datos históricos, fuentes de información secundaria y primaria. Se realizó un nivel descriptivo, comprensivo y finalmente propositivo al establecer el diseño de un modelo de gestión de la operación de abastecimiento [36], donde se establecieron juicios teórico-prácticos referentes al problema planteado, clasificándose finalmente esta investigación como descriptiva correlacional de campo [37].

IV. DISEÑO DEL MODELO

Dadas las problemáticas evidenciadas en el abastecimiento de alimentos agro-frescos en poblaciones en vía de desarrollo y basados en [38], en las que evidencia la necesidad de desarrollar modelos, métodos, herramientas y técnicas para una gestión adecuada y eficiente de productos perecederos a lo largo de Cadenas de Suministro, se propone el diseño del presente modelo que tiene como premisa la mejora y reducción de las actividades administrativas, la contratación de proveedores, el acopio de los productos desde los productores primarios hasta una CMA, optimizar la manipulación y niveles de almacenamiento, y finalmente llevar a cabo una distribución óptima a los CM. La proposición es que esto se alcanzaría, considerando la asociación de los CM como estrategia de centralizar las actividades de gestión y las operaciones logísticas de suministro, de forma que se desarrolle un trabajo sinérgico entre los asociados para la reducción de esfuerzos y recursos logísticos, económicos, humanos y de infraestructura, generando así valor agregado a toda la operación de abasto. De esta manera, el diseño del modelo de gestión para el abastecimiento efectivo y sostenible de agro-frescos mediante la asociación de sus CM, está basado en tres pilares fundamentales:

- a. Un enfoque de Encadenamiento donde se use una CMA como forma abastecer los alimentos para su posterior alistamiento y distribución de pedidos. Esto implica la interrelación y alineación eficiente de los diferentes actores de la cadena, con la incidencia externa por parte del gobierno, la sociedad y el medio ambiente.

- b. Una gestión basada en el ciclo Planificar, Ejecutar, Verificar (PEV), como eje central para la coordinación óptima de las funciones de cada uno de los actores de la cadena, vista desde lo estratégico, táctico y operativo.
- c. La asociatividad como forma de agrupar y centralizar las actividades de aprovisionamiento, almacenamiento y distribución de los productos, desde los productores agrícolas, hasta la puesta del producto en venta en los CM para su adquisición de los consumidores finales.

El diseño esquemático del modelo se presenta en la Figura 2, y así mismo en la Tabla 2 la notación y descripción de cada uno de los engranajes establecidos en dicha figura.

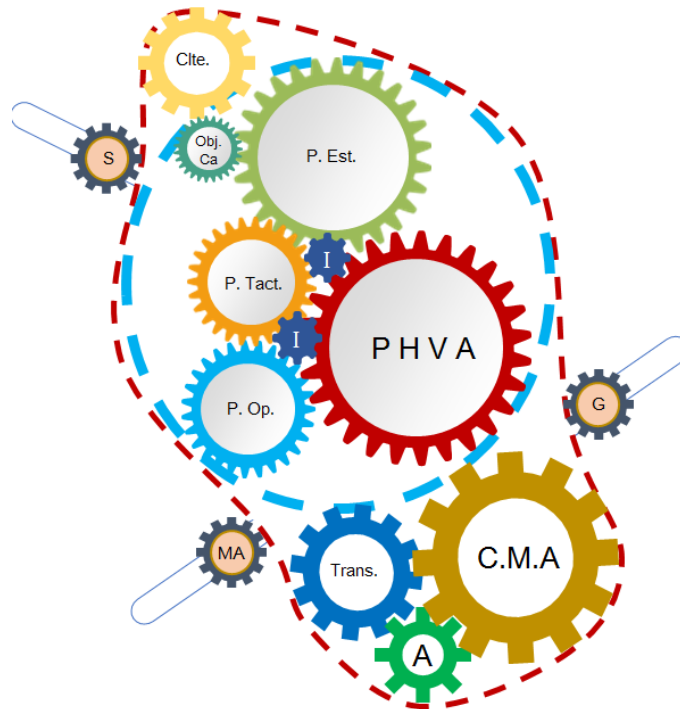


Figura 2. Diagrama de Encadenamiento para el Abastecimiento de CM.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2: Notación y descripción de los engranajes del modelo de encadenamiento.

Engranaje	Descripción	Engranaje	Descripción
	Representan los factores externos que generan influencia en la cadena de abastecimiento. Entre ellos las características de consumo de la sociedad “S” y las restricciones de medio ambiente “MA” y las políticas del gobierno “G”.		Representa el conjunto de indicadores que articulan los niveles de planeación con las actividades de gestión de abastecimiento, como elementos de trazabilidad.
	Representa a los clientes como consumidores del sistema y que activan a nivel interno la gestión de abastecimiento.		Representa la CMA como infraestructura para las operaciones de abastecimiento.
	Representa la definición de objetivos marco que parametrizan la gestión de la cadena de abastecimiento.		Representa a los Transportadores entre los agricultores la CMA y los CM.
	Representan la planeación de la asociación a nivel estratégico “P.Est.”, táctico “P.Tact.” y operativo “P.op.”		Representa los agricultores que determinan la oferta de todo el sistema.
	Representa la asociación de CM como elemento de engrane principal en el modelo de abastecimiento.		Representa el enfoque de gestión de mejora continua que se desarrolla en las actividades de Planear, Hacer, Verificar y Actuar

Fuente: Elaboración propia.

El enfoque de encadenamiento, se fundamenta en que cada actor de la cadena se ve como una rueda dentada que esta engranado directamente con los demás actores, produciéndose una articulación directa o indirecta entre todos éstos. De esta manera, el funcionamiento operativo de cada actor incide en la eficiencia de toda la cadena, de tal forma que, la articulación completa y correcta de todos los agentes permiten alcanzar altos niveles de desempeño a lo largo de toda la cadena de suministro, consolidando finalmente procesos logísticos productivos y competitivos con beneficio a todos sus integrantes, particularmente a la sociedad de consumo de los productos abastecidos. Por otra parte, la rueda más grande con línea punteada de color azul conecta a los clientes en la parte superior de la cadena con los productores agrícolas ubicados en la parte inferior, mediante los transportadores y la CMA, que es el lugar a donde llegan los alimentos abastecidos para luego ser alistados de acuerdo a los pedidos y requerimientos específicos de los CM. Dicha rueda de la asociación, está gestionada mediante el proceso PEV, que involucra la planeación estratégica, táctica y operativa, de tal manera que se puedan obtener las directrices a largo, mediano y corto plazo respectivamente que inciden en el funcionamiento de toda la cadena de suministro mediante los engranes tanto aguas arriba como aguas debajo de ésta. Los elementos constitutivos y de operacionalización de dicho modelo de gestión están definidos en la Tabla 3.

Tabla 3: Relación del ciclo PEV con la planeación Estratégica, Táctica y Operativa en el Modelo de Gestión de Abastecimiento de CM.

		Planeación Estratégica		
		La estrategia es el plan que integra las principales metas y políticas de la cadena de suministro CS y a la vez, establece la secuencia coherente de las acciones a realizar para alcanzar los objetivos. Aquí se toman decisiones sobre: Tipo y Número de Proveedores, Dimensionamiento del Centro Mayorista de Alimentos y Almacenes, su Localización, El nivel y la dimensión tecnológica de este, El sistema de transporte y Canales de distribución entre otros.		
	Fase	Actividad	Método	Responsable
En la fase de planeación se definen objetivos y se identifican los procesos necesarios para lograr los resultados esperados de acuerdo a las políticas de la organización. De la misma manera se determinan parámetros de medición a utilizar para la trazabilidad del proceso.	PLANEAR	Selección de proveedores	Asamblea para evaluar criterios y seleccionar los proveedores	Gerencia de la central de alimentos
		Definición de una CMA	Diseño de macro-localización geográfica de acuerdo a políticas de uso de suelo y condiciones de acceso	Gerencia de la central de alimentos y asesor externo
		Definición de precios	Definición por parte de la asociación a través del comportamiento del mercado de su oferta y demanda	Gerencia de la central de alimentos
En la fase de ejecución se operacionaliza los cambios mediante la implementación de acciones necesarias para lograr las mejoras planteadas. Generalmente se desarrolla un plan piloto en el que se realicen ajustes de ejecución, mitigando errores.	EJECUTAR	Consolidación de redes de distribución y entrega	Técnicas cuantitativas (transbordo capacitado, asignación de vehículos)	Jefe de despachos y distribución
		Definición de una estrategia de alistamiento y despacho	Técnicas de picking	Gerencia de la central de alimentos y jefe de despacho
		Consolidación de pedidos y tiempos de entrega	El tendero envía el pedido con 1 día de anticipación a través de alguna herramienta de comunicación, y la gerencia consolida la información empleando herramientas ofimáticas	Jefe de despachos y distribución
En la fase de verificación se involucra la medición y validación de la efectividad de los cambios. Es considerable la regulación y ajuste del plan de mejora.	VERIFICAR	Medición de nivel de servicio	Validación de registros	Gerencia de la central de alimentos

Continuación Tabla 3. Relación del ciclo PEV con la planeación Estratégica, Táctica y Operativa en el Modelo de Gestión de Abastecimiento de CM.

		Planeación Táctica			Planeación Operativa		
		Aquí se desarrolla las funciones relacionadas con el “qué se debe hacer”, para llevar a cabo los objetivos formulados en la planificación estratégica, y se diseña el control de gestión del sistema. Esta incluye: Planificación de inventarios, Políticas de rotación de los inventarios, Organigrama logístico, Diseño de almacenes, Dimensión de la flota de transporte, Diseño de Rutas, Recursos humanos requeridos, entre otros.			Tiene en cuenta las funciones básicas que conforman la asociación, asegurando que todas las tareas se desarrollan con eficacia (obtener los objetivos) y eficiencia (con el menor costo posible). Aquí se prestará atención a: La previsión de compras, La previsión de ventas, Los programas de almacén. Los programas de transporte, entre otros.		
Fase	Actividad	Método	Responsable	Actividad	Método	Responsable	
PLANEAR	Establecimiento de plan de abastecimiento	Análisis de datos y Técnicas de Planificación de suministros y compras	Gerencia de la CMA	Diseño programa de compras	Desagregación del plan de abastecimiento	Gerencia de la CMA y CM	
	Dimensionamiento de la CMA	Diseño de micro-localización de la CMA, definiendo áreas para uso de procesos de recepción, almacén, picking, packing y despacho	Gerencia de la CMA y asesor externo	Diseño de procedimientos logísticos de la Central	Análisis y diseño de procesos de recepción, almacenamiento, picking, packing y despacho	Jefe de despachos y distribución	
	Establecimiento de políticas de rotación	Técnicas de inventario de productos agro-frescos	Gerencia de la CMA	Establecimiento de promociones	Técnicas de mercadeo	Gerencia de la CMA y CM	
EJECUTAR	Dimensionamiento de flota de transporte	Programación de rutas	Jefe de despachos y distribución	Transporte y entrega de los productos	Se realizará de acuerdo con la estrategia de entrega definida	Transportistas y despachador	

	Alistamiento de pedidos	Se realizará teniendo en cuenta las órdenes de pedido, la cantidad y hora de llegada, usando el pallet contenerizado.	Operarios de zona de alistamiento de pedidos	Cargue de los alimentos en los vehículos y su despacho	Se asignará personal para el cargue de productos y se emplearán equipos para el manejo de carga como transpaletas.	Transportistas- Operarios para el cargue de productos
	Clasificación y ubicación de alimentos en lugares preclasificados	Se separarán los alimentos en mal estado (estantería semi pesada con góndolas para almacenamiento del producto)	Operarios de zona de clasificación de alimentos	Descargue de alimentos	Asignación de personal para el cargue y se emplearán equipos para el manejo de carga como transpaletas.	Transportistas- Operarios para el descargue de productos
VERIFICAR	Diseño de Indicadores de gestión de la Operación de Abastecimiento, Almacenamiento y Distribución.	Uso de la estadística y analítica de datos	Gerencia de la CMA y Jefatura de despachos y distribución.	Revisión de pedidos y tiempos de entrega	Cumplimiento con las cantidades solicitadas	Jefe de despachos y distribución

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, en la Tabla 3 se establece un conjunto de operaciones y funciones fundamentales incluyendo el método y su responsable, para dirigir y administrar efectivamente la asociación desde el nivel más alto de gerencia –estratégico-, hasta el más bajo –operativo-, basado en el ciclo PEV, pues se ha comprobado el logro de la eficacia de esta herramienta de gestión para “reducir costos, optimizar la productividad, ganar cuota de mercado e incrementar la rentabilidad de las organizaciones” [39], consolidando el sostenimiento de estos beneficios de una manera continua y progresiva. Ahora, para que este modelo de gestión pueda alcanzar los resultados esperados, se deben establecer indicadores de gestión que permitan controlar y mejorar el desempeño del sistema a lo largo del tiempo; por lo cual, en el proceso de verificación a nivel táctico, se establece su diseño aplicado a las operaciones de abastecimiento, mantenimiento y almacenamiento en la CMA y posterior distribución.

La ubicación de los indicadores de gestión en el esquema de encadenamiento de la Figura 2, se pueden ver como ruedas que engranan las actividades del ciclo PEV con los diferentes niveles de planeación, indicando la incidencia de estos para la toma de decisiones en todos los niveles. De igual manera, se encuentra la rueda de los objetivos de la cadena de suministro, que engrana con los clientes -teniendo en cuenta sus requerimientos y expectativas- con la asociación de CM mediante la rueda de mayor nivel de planeación -la estratégica-, de tal manera, que dichos niveles de servicio esperados por los clientes, se transmitan de forma articulada hacia los agentes que abastecen la cadena -transportadores y agricultores- mediante todos los componentes de gestión de la asociación. De esta manera, se garantiza de manera eficiente la articulación de todos los agentes de la cadena, junto con el uso de los recursos disponibles para suplir los requerimientos y expectativas de los clientes finales.

Por otro lado, la cadena de suministro se ve impactada mediante cierta tensión por elementos exógenos a ésta, los cuales se aprecian en la Figura 2 como ruedas dentadas que ejercen presión desde afuera. Dichos elementos son la sociedad, el medio ambiente y el gobierno. De esta manera, la sociedad mediante: cambios de consumo de alimentos, nuevas tendencias o formas de hacer las compras -como ejemplo, el uso de aplicaciones o redes sociales y compras colaborativas-, nuevas formas de pago, la inseguridad, entre otras, ejerce cierto tipo de presión a la cadena.

Por su parte, el medio ambiente ejerce influencia a través de diversos cambios no previstos, como el advenimiento de sequías o de inundaciones que afectan directamente la producción agrícola y por lo tanto impacta el abastecimiento de alimentos. Y finalmente, el gobierno incide sobre el desarrollo de la cadena, mediante diversas políticas como: regulaciones de importaciones de alimentos sustitutos, impuestos en diversos sectores que afectan la economía de los actores de la cadena, aranceles a los insumos agrícolas, restricciones de movilidad para vehículos de carga, cambios en los precios de los fletes, nuevas condiciones en el manejo y transporte de alimentos, entre otros. Por lo anterior, todas estas influencias externas inciden en las decisiones de gestión de la cadena, convirtiéndose así en insumo para la planeación estratégica, táctica y operativa, impactando directamente las operaciones de toda la cadena de suministro.

V. EVALUACIÓN DEL MODELO MEDIANTE SIMULACIÓN MONTECARLO

Se evaluó el modelo propuesto mediante Simulación Montecarlo analizando el balance entre la demanda y la oferta de todo el sistema, incorporando la interacción en cadena de los CM, la CMA y los productores agrícolas que abastecerían dicha central. La demanda es jalónada por los clientes finales en un horizonte de planeación de 60 días siendo este el periodo de tiempo promedio de duración de cosechas para la mayoría de productos agro-frescos en Colombia, además de ser un tiempo significativo para evaluar el comportamiento operativo de abasto para el objeto práctico de este estudio. Por otro lado, se tuvieron en cuenta en el diseño de la simulación, variables de decisión como de respuesta para cada uno de los actores de la cadena presentadas en la Tabla 4.

Tabla 4: Variables definidas en el modelo para cada actor de la cadena.

Clientes	Comerciantes Minoristas CM	Central Mayorista de Alimentos CMA		Productores Agrícolas
Demanda	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad Recibida - Inventario Inicial - Cantidad Disponible - Inventario final - Ventas - Cantidad de Pedido - Déficit 	<ul style="list-style-type: none"> - Requerimiento Bruto - Inventario Inicial - Requerimiento Neto Pedido - Cantidad Recibida Disponible - Cantidad Despachada - Inventario final 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo de Compra - Costo de Mantenimiento - Costo de Manejo - Ingresos - Utilidad 	Cantidad despachada

Fuente: Elaboración propia.

La definición del comportamiento de las variables de decisión se llevó a cabo mediante el análisis de entrada para simulación discreta definidas por un análisis de independencia, seguido de un análisis de homogeneidad y finalmente un análisis de bondad de ajuste según lo establecido en [34]. Estas variables se pueden apreciar en la Tabla 5.

Tabla 5: Comportamiento de las Variables de Decisión para cada actor de la cadena.

Actor de la Cadena	Variable	Tipo de Comportamiento		Parámetros
Cientes	Demanda (Kg/día)	Distribución Uniforme Continua		a: 35.000 b: 40.000
Comerciantes Minoristas CM	Cantidad de Pedido (Kg/día)	Distribución Beta		a: 33.500 ; Alfa: 1.2 b: 43.329 ; Beta: 1.5
Productores Agrícolas	Cantidad despachada (Kg/día)	Escenario 1	Distribución Beta	a: 15.000 ; Alfa: 7.3 b: 43.200 ; Beta: 1.8
		Escenario 2	Uniforme Continua	a: 32.500 b: 45.000
		Escenario 3	Distribución Empírica	Valores entre 22.000 y 43.000 con peso de probabilidad definida.

Fuente: Elaboración propia

Consideraciones del Modelo

Los aspectos que incluyen el diseño del modelo, al igual que sus limitantes y restricciones son las siguientes:

- El modelo se llevó a cabo teniendo en cuenta la aleatoriedad por cada evento representado por la longitud de corrida, el cual corresponde a un periodo de 2 meses.
- La cantidad ofertada por los CM está en función de la demanda de los clientes consumidores del sistema y a su vez, de la capacidad de la CMA; la cual, depende de la oferta de los productores agrícolas.
- El modelo contempla fundamentalmente el flujo de productos en Kg., desde los productores agrícolas que abastecen la CMA, hasta los CM sin incluir intermediarios entre ellos.
- No se incluyeron los transportadores dentro de la cadena de suministro debido a que el modelo no tiene en cuenta los tiempos de traslado.
- Se analizaron los costos de operación en la CMA incluyendo sus ingresos y ganancias por día como forma de evaluar su rentabilidad operativa.
- Se hizo seguimiento a las variables de inventarios, unidades requeridas y disponibles, además de unidades vendidas y en déficit como forma de evaluación del sistema.
- Se evaluaron tres escenarios centrados en la variable de cantidad de suministro por parte de los productores agrícolas como variable fundamental de desempeño.
- Se llevaron a cabo 8 réplicas del modelo como forma de evaluar la estabilidad aleatoria del sistema, medido por las variables de Inventarios final, unidades disponibles y cantidad de unidades abastecidas promedio en la CMA.

VI.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comenzando por el diseño del modelo de gestión para el efectivo abasto de los productos agro-frescos, donde se tuvieron en cuenta los criterios de alta productividad en el manejo de cadenas agrícolas, buscando evitar así el mayor número posible de intermediarios y a su vez, la menor manipulación de los productos para la conservación de su calidad. De esta manera es que se logró como objetivo de este trabajo, la reducción de distancias recorridas y tiempos en el abasto de cada CM. Este propósito se alcanzó, teniendo en cuenta que el diseño del modelo incluyó como elemento fundamental, el asociar a los CM mediante un enfoque de encadenamiento, lográndose la disminución del transporte independiente y por separado de éstos en el desarrollo de su operación, alcanzándose una gestión más sostenible. De esta manera, al modelar dicha propuesta mediante el uso de técnicas estadísticas y de investigación de operaciones, se obtuvieron los resultados presentados en la Figura 3 para cada uno de los días de la semana.

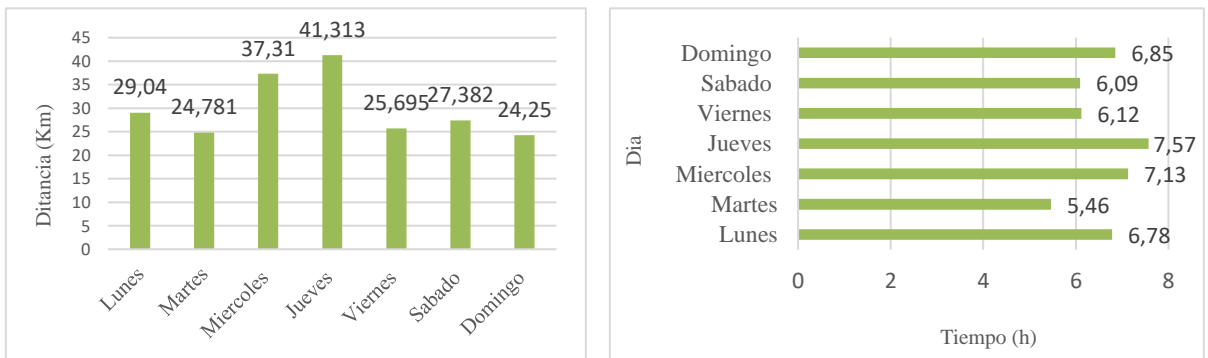


Figura 3: Distancias (Km) y Tiempos (Horas) de la operación propuesta a nivel semanal de Abasto.

Fuente: Elaboración propia.

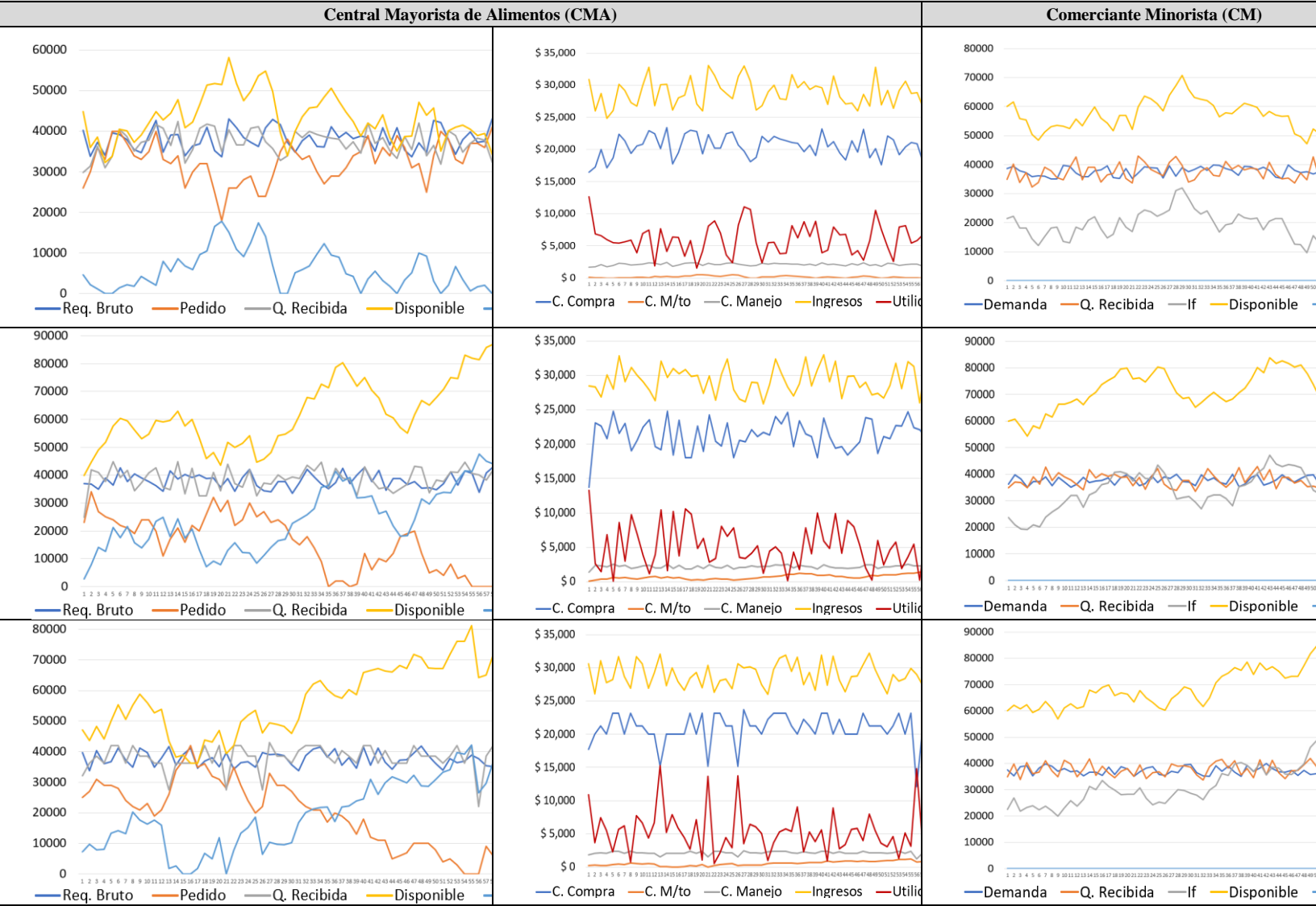
De esta manera, se tiene un promedio de 30 km de distancia recorrida por día para la entrega aguas abajo en la cadena de suministro, y 6.5 horas de tiempo para el desarrollo de dicha operación, lo que representa una distancia recorrida de casi 29 veces menos del sistema propuesto frente al comportamiento actual, y con respecto al tiempo invertido en la operación, también se tiene 24.3 veces menos de horas del sistema

propuesto frente al desarrollo de dicho abastecimiento actual. Esto se debe a que en la actualidad dicha operación la hace cada CM de manera independiente, mientras que, en el modelo propuesto se plantea llevarse a cabo en conjunto mediante la asociación de los CM, además de realizarse desde la CMA propuesta y ubicada en la misma población.

Por otro lado, la eficiencia a nivel de las cargas de productos movilizados a lo largo de la cadena de suministro, se corrobora con el diseño del modelo de Simulación, donde se estableció que la variable cantidad de productos de suministro -medida en kg- enviados desde el productor agrícola hacia la CMA, es la variable de mayor importancia a lo largo de toda la cadena, -dada su incidencia en garantizar la seguridad alimentaria y por lo tanto en el potencial déficit de productos, además en la calidad de los mismos-. De esta manera, se centró el análisis de los escenarios en esta variable, evaluándose así tres posibles comportamientos probabilísticos dados en la Tabla 5. Estos valores se obtuvieron de información recolectada de los CM proveniente de la oferta de la central de abasto utilizada por el 88,5% de estos comerciantes. A esta información se le aplicaron pruebas de bondad de ajuste para obtener su distribución de probabilidad, la cual correspondió a una Beta para el Escenario 1; además, como forma de comparación se estimó bajo los mismos intervalos de ocurrencia de la variable, el que todos los valores podrían tener la misma probabilidad de salir obteniéndose una Distribución Uniforme para el Escenario 2, y por último, de que la variable fuera de acuerdo al peso de ocurrencia más probable mediante una Distribución Empírica para el Escenario 3. Finalmente, para cada uno de estos escenarios, se midieron las siguientes variables de respuesta: inventario final, unidades requeridas y disponibles, además de unidades vendidas y en déficit. Estos resultados se observan en la Tabla 6 que se muestra a continuación:

Tabla 6. Comportamiento del Sistema para cada uno de los Escenarios Evaluados.

Eslabón de la Cadena



Fuente: Elaboración propia.

Aquí se observa, que el uso de una CMA manejada por la asociación de CM y abastecida directamente de los productores agrícolas mediante el esquema propuesto de encadenamientos, mantiene un flujo de productos agro-frescos bien balanceado de acuerdo a los requerimientos de los clientes finales en la cadena de suministro, ya que la CMA y los CM presentan inventarios razonables que evitan que se caiga en déficit, además de mantener cantidades de productos disponibles adecuados a la dinámica de la demanda y la oferta del sistema a lo largo del tiempo, lo que previene la pérdida de productos por descomposición. Esto se puede ver en la primera y tercera columna de la Tabla 6. Aquí es importante destacar que, a pesar de que en todos los escenarios se presenta un comportamiento adecuado del sistema por las variables evaluadas, el escenario 1 muestra un mejor desempeño, ya que genera un valor promedio más bajo y estable de los inventarios y cantidades disponibles con respecto al escenario 2 y 3 equivalente al 60% y 75% respectivamente para estas variables. La comparación para cada uno de estos escenarios de los inventarios, las cantidades disponibles y las cantidades recibidas promedio en la CMA se presenta en la Figura 4, evidenciándose el comportamiento sobresaliente para el escenario 1 por ser el de menor valor promedio.

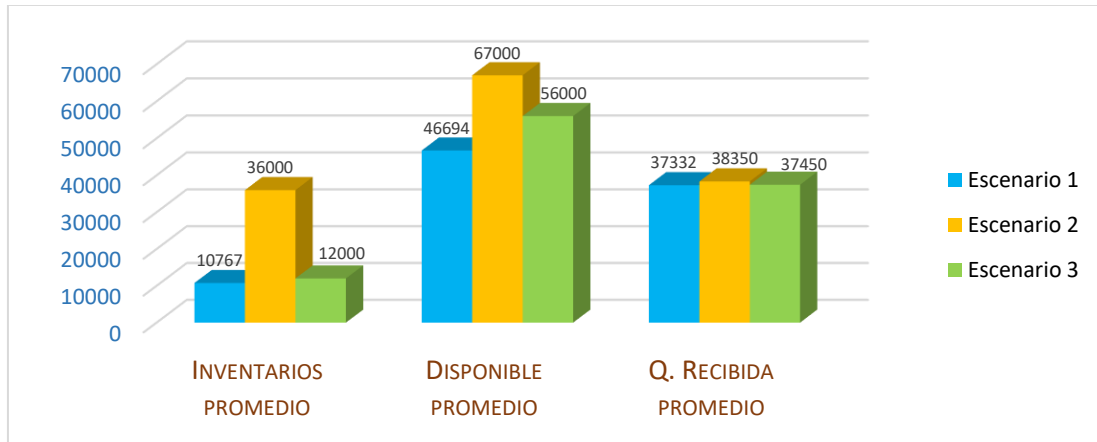


Figura 4: Comparación de las variables de respuesta por Escenarios para la CMA.

Fuente: Elaboración propia.

De igual manera, el desempeño de las variables de inventarios y cantidades disponibles para los CM evidencia un mejor comportamiento nuevamente para el escenario 1, donde se ubica por debajo en un 70% y 80% respectivamente con respecto al escenario 2 para estas variables, pero se encuentra un poco por encima del escenario 3, equivalente a 1,1 y 1,2 veces mayor respectivamente. Se aclara que estos valores promedio, se obtuvieron mediante 8 réplicas del modelo como forma de evaluar la estabilidad aleatoria del sistema según lo expuesto por [40]. Frente a las cantidades en déficit, es casi nula para los tres escenarios; con un valor del 0,52% para el escenario 1 con un valor promedio de 74,5 kg por día para todo el sistema. Finalmente, en la segunda columna de la Tabla 5 se observan los rendimientos económicos para la CMA, donde una vez más el escenario 1 presenta una mayor utilidad promedio por día equivalente a \$6.000 dólares, representando un valor de 1,10 y 1,04 veces mayor que la de los escenarios 2 y 3 respectivamente; además, y comparativamente con el desempeño del sistema actual, se tiene una utilidad semanal de \$31.000 dólares por encima, lo que representa un incremento del 25,6%. Frente a los costos se obtiene un valor de \$23.300 dólares diarios, representando un ahorro del 20,4% con respecto a los costos actuales de operación.

Por otro lado, y haciendo un análisis general de la técnica de Simulación Montecarlo como forma de validar la propuesta del modelo de gestión de encadenamiento, se estableció que es una muy buena técnica para este análisis, ya que representa sistemas complejos donde se conjugan tanto variables aleatorias como de respuesta [34], que para este caso demostró aplicabilidad y validez en los resultados relacionando el efecto de la variable fundamental de desempeño cantidad de suministro y las variables de respuesta: Inventario final, unidades requeridas y disponibles, unidades vendidas y en déficit. Además, la aplicabilidad de la técnica de Simulación de Montecarlo demostró ser transversal al evaluar condiciones muy cercanas a la realidad por tener en cuenta la variabilidad inherente de los sistemas [41]. En cuanto a los aportes ya existentes frente a modelos de gestión organizacional para operadores de negocios pequeños como los CM [7], [8] y [9] este trabajo evidencia una contribución innovadora por trabajar bajo los enfoques de: encadenamiento, asociatividad de los comerciantes y una gestión basada en el ciclo PEV de dicha asociación a través de la unificación del aprovisionamiento mediante una CMA [42].

De otra forma, en [43] se define que a partir de conocimientos técnicos previos y de la experiencia de los comerciantes, se pueden plantear estrategias conjuntas que conlleven a organizar y controlar mejor los recursos disponibles para darles un uso más productivo, pero esto sería más sencillo de llevarse a cabo, si anticipadamente se han asociado los CM. De igual manera [44], establecen la necesidad de estrategias de asociatividad para competir con grandes superficies, debido a que integran diferentes tipos de productos, y su cercanía a la vivienda del cliente le resulta atractivo para el consumidor final. De esta forma, la propuesta presentada tiene en cuenta estas premisas y beneficios de la asociatividad, pero con el valor añadido de articular exclusivamente los actores necesarios mediante el enfoque de encadenamiento, reduciéndose así los intermediarios que no agregan valor a la cadena de suministro, y a su vez, propendiendo por una gestión más sostenible, donde se reduzca claramente el uso de los diferentes recursos para el abastecimiento, especialmente el transporte independiente, con lo cual habría una reducción importante de emisiones de CO₂ al medio ambiente, además de disminuirse el costo y manipulación de los alimentos, que por tratarse de productos frescos se mejoraría sus condiciones de calidad [45], [46] y se podría alargar su vida útil. Todo esto beneficiaría a la sociedad en general donde se ofertan y consumen los productos, además de hacerse más competitiva la cadena de suministro donde se aplique el modelo.

Finalmente, las plazas de mercado son lugares para realizar actividades comerciales de compra y venta al por mayor de productos de origen agropecuario [40] y son abastecidas por campesinos de la región [47], pero estas no trabajan en conjunto con los CM, por lo cual, crear una CMA gestionada directamente por una asociación de CM es un aspecto diferenciador que se propone en este trabajo, que no solo permitirá su abastecimiento a la medida, sino que integraría a los agricultores y transportadores de la cadena haciendo más eficiente la operación de suministro, permitiendo una mayor remuneración a los campesinos al reducir intermediarios; y a su vez, disminuyendo el precio de adquisición por parte de la sociedad que los consume, “ya que las buenas cifras de abastecimiento se reflejan en el precio de los alimentos” [48].

VII. CONCLUSIONES

Los Comerciantes Minoristas CM son un organismo comercial clave para el abastecimiento de alimentos de la canasta familiar, especialmente de productos agro-frescos, debido fundamentalmente a su cercanía a los lugares de domicilio de los consumidores, pero estos presentan oportunidades de mejora en su operación logística, debido a que generalmente tienen prácticas recurrentes poco eficientes. La primera, es que el abastecimiento lo hacen de manera independiente con volúmenes reducidos, generando mayores costos en la negociación con los mayoristas, además de los costos adicionales del transporte. En segundo lugar, está la alta intermediación debido a los múltiples agentes presentes en la cadena actual. Finalmente, la calidad de los productos que se ve afectada por los altos niveles de manipulación de los mismos. Estas situaciones generan ineficiencias en todo el proceso de abastecimiento donde los tiempos y costos de traslado son altos, impactando negativamente las ventas con incrementos en los precios al consumidor final.

Por lo cual y como forma de subsanar esta situación, se establece en el presente trabajo que los CM se asocien mediante el esquema del modelo de gestión de encadenamiento propuesto para el abastecimiento efectivo y sostenible de agro-frescos a través de la integración de los actores de la cadena, involucrando directamente a los productores agrícolas ubicados en diferentes regiones del país. Esto mediante el uso de una Central Mayorista de Alimentos CMA ubicada estratégicamente y liderada por la asociación que cuente con una oferta suficiente, con precios competitivos y buena calidad de los productos. De esta manera, se reducirían marcadamente las distancias a recorrer y por lo tanto los tiempos de abasto, además de tener una carga de productos balanceada a lo largo de toda la cadena que reduciría notablemente los costos de la operación y haría que se propicie el aumento de la productividad y competitividad no solo de los CM, sino de toda la cadena de suministro, ya que los costos de transporte se reducirían notablemente al evitar desplazamientos innecesarios, además de disminuir también los costos de los inventarios y por lo tanto, se reduciría el precio de venta de los productos, con lo cual se podrían vender más y de esta manera se aumentaría el acceso de los alimentos a muchas familias mejorando los índices de seguridad alimentaria, además de que se disminuiría el tráfico y por lo tanto el impacto ambiental generado por el transporte de carga. Este esquema de operación también traería beneficios a los productores y campesinos de diversos municipios en la compra y venta de sus productos a través de la CMA.

Finalmente, es importante anotar que este modelo es replicable a cualquier contexto de abastecimiento de alimentos a través de CM que presenten comportamientos similares a los establecidos en este trabajo. Además, el modelo también se puede llevar a múltiples sectores donde sea factible la asociación de los actores de dicha cadena para el desarrollo del abastecimiento de forma integrada mediante un esquema de encadenamiento y gestionado mediante el ciclo PEV, pues este es aplicable a cualquier tipo de organización. Estará limitado solo para aquellas cadenas de suministro donde la integración mediante asociación no sea factible por la competencia monopólica del mercado. Queda abierta también la posibilidad para estudios futuros, la inclusión de análisis basados en la dinámica de sistemas para poder evaluar desde un punto de vista cuantitativo, la afectación de un actor sobre toda la cadena.

VIII. REFERENCIAS

- [1] M. L. Manzano Uribe, Informe Secretaria de Despacho, Mosquera, Cundinamarca: Alcaldía de Mosquera, 2019.
- [2] O. J. Herrera Ochoa y A. M. Hualpa Zuñiga, «Caracterización del Abastecimiento de Alimentos fruver en el municipio de Mosquera,» Unisalle, Bogotá, 2021.
- [3] Alcaldía de Mosquera, «Política Municipal de Seguridad Alimentaria y Nutricional Municipio de Mosquera 2017-2027,» Secretaría de Salud, Mosquera-Cundinamarca, 2018.
- [4] Universia, «Red de Universidades Iberoamericanas Universia,» 18 Enero 2021. [En línea]. Available: <https://www.universia.net/cl/actualidad/orientacion-academica/que-modelos-organizacionales-se-emplean-en-la-actualidad.html>.
- [5] O. Hernandez Castorena, «Proveedores y modelos de gestión en la cadena de suministro: Pymes manufactureras de Aguascalientes (México),» Revista Facea, pp. 21-28, 2017.
- [6] J. Orellana Jara y L. A. Solorzano, «Análisis de las nuevas tendencias de distribución en modelos de gestión logística para Mipymes importadoras de Guayaquil,» Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 2020.
- [7] P. Cano Olivios, F. Orue Carrasco, J. L. Martínez, Y. Mayett Moreno y G. López Nava, «Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México,» Contaduría y Administración, vol. 60, n° 1, pp. 181-203. [https://doi.org/10.1016/S0186-1042\(15\)72151-0](https://doi.org/10.1016/S0186-1042(15)72151-0), 2015.
- [8] A. Ortiz, E. Izquierdo y C. Rodriguez Monroy, «Modelo de Gestión Logística para Pymes Industriales,» de Proceeding. Tenth LACCEI Latin American and Caribbean Conference (LACCEI'2012), Megaprojects: Building Infrastructure by fostering engineering collaboration, efficient and effective integration and innovative planning, Panama, 2012.
- [9] J. Hemilä y J. Vilko, «El desarrollo de un modelo de cadena de suministro de servicios para una pyme manufacturera,» The International Journal of Logistics Management, pp. 517-542, 2015.
- [10] S. Jaramillo Zuluaga, Desarrollo del plan de proyecto de la cadena de suministro en el negocio café del Grupo Nutresa, para la producción de mezclas de café en el mercado asiático, a partir de la metodología del PMI, Medellín, Antioquía: Universidad EAFIT, 2017.
- [11] IIRSA, Metodología de Integración Productiva y Logística, Lima, Perú: Unasur, 2012.
- [12] P. Harms, O. Lorz and D. Urban, "Offshoring along the production chain," Canadian Journal of Economics, pp. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5982.2011.01688.x>, 2012.
- [13] M. Istake, K. Sass, A. Otero and P. Sayon, "Chaining Juan Valdez: Linkages in the Colombian Coffee Production," in The Colombian Economy and its Regional Structural Challenges, Springer, 2023, pp. https://doi.org/10.1007/978-3-031-22653-3_10.
- [14] A. Da Silva, T. Da Silva, T. Simonato, D. Da Costa, R. Dos Santos and M. Conejero, "Hydrogen productive chain in Brazil: An analysis of the competitiveness' drivers," Journal of Cleaner Production, pp. 751-753. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.157>, 2020.
- [15] M. Roszak and S. Tkaczyk, "Chosen aspects of evaluation of productive processes on the example of productive chains of sections type V29 Author links open overlay panel," Journal of Materials Processing Technology, pp. 770-776. <https://doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2005.02.230>, 2005.
- [16] N. Liaño, A. Padron, M. Perez and E. Gonzalez, "Technological alternatives for pelletizing of sugarcane bagasse as a form of chain production," Revista Universidad y Sociedad, pp. 111-119, 2023.
- [17] J. Silva, L. Aldas, R. Comas and J. Monte de Oca, "Modelo de encadenamiento productivo y buenas prácticas de manufactura en el sector lácteo," Cienciamatria, pp. 452-467, 2022.

- [18] M. D. P. Leal Londoño, «Análisis de la planificación y gestión del sistema de abastecimiento y distribución mayorista de alimentos en Barcelona y su área metropolitana.» Universidad de Barcelona, España, 2008.
- [19] F. D. Lozano Monroy, «La asociatividad como modelo de gestión para promover las exportaciones en las Pequeñas y Medianas empresas en Colombia.» *Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad*, pp. 161-191, 2010.
- [20] E. Buse Thorne, M. Chong Chong y J. C. Mathews Salazar, «Modelo de gestión empresarial asociativo para PROACHIRKO, comunidad de Huanangui, Perú.» *Industrial Data*, vol. 18, n° 2, pp. 14-19, 2015.
- [21] M. Brandenburg, K. Govindan, J. Sarkis y S. Seuring, «Quantitative models for sustainable supply chain management: Developments and directions.» *European Journal of Operational Research*, pp. 299-312. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.09.032>, 2014.
- [22] M. Chalmardi y J. Camacho V., «A bi-level programming model for sustainable supply chain network design that considers incentives for using cleaner technologies.» *Journal Cleaner Production*, pp. 1035-1050. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.197>, 2019.
- [23] M. Pishvaei, J. Razmi y S. Torabi, «An accelerated Benders decomposition algorithm for sustainable supply chain network design under uncertainty: a case study of medical needle and syringe supply chain.» *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 67, pp. 14-38. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2014.04.001>, 2014.
- [24] D. Dalalah, S. Khan, Y. Al-Ashram, S. Albeetar, Y. Abou Ali y E. Alkhouli, «An integrated framework for the assessment of environmental sustainability in wood supply chains.» *Environmental Technology & Innovation*, vol. 27, pp. 1035-1050. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.197>, 2022.
- [25] J. Brun, M. Jeuffroy, P. C. Penicaud, M. Cerf y J. Meynard, «Designing a research agenda for coupled innovation towards sustainable agrifood systems.» *Agricultural Systems*, vol. 191, p. 103143. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103143>, 2021.
- [26] G. Agnusdei y B. Coluccia, «Sustainable agrifood supply chains: Bibliometric, network and content analyses.» *Science of The Total Environment*, vol. 824, p. 153704. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153704>, 2022.
- [27] R. Akkerman, P. Farahani y M. Grunow, «Quality, safety and sustainability in food distribution: a review of quantitative operations management approaches and challenges.» *Or Spectrum*, pp. 863-904. <https://doi.org/10.1007/s00291-010-0223-2>, 2010.
- [28] M. Junaid, Q. Zhang y M. Syed, «Effects of sustainable supply chain integration on green innovation and firm performance.» *Sustainable Production and Consumption*, vol. 30, pp. 145-157. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.11.031>, 2022.
- [29] A. Beltrán Vasquez, N. Gamboa Vasquez, I. K. Martínez Salamanca y L. M. Sierra Zapata, «Estudio de viabilidad de un centro de acopio y distribución de alimentos de la canasta familiar en la localidad de ciudad bolívar.» Universidad Católica de Colombia, Colombia, 2018.
- [30] M. Cañon, A. Ramírez, E. Gutiérrez y H. López, «Modelo de optimización aplicado a la agroindustria colombiana: plan logístico integrado para la exportación de feijoa fresca.» Universidad Nacional de Colombia, Colombia, 2014.
- [31] L. Barbosa Avellaneda y M. L. Gomez Gomez, «Localización de la plataforma logística de abastecimiento de alimentos frutihortícolas en la zona occidente de Bogotá.» Universidad de la Salle, Colombia, 2017.
- [32] M. Perez y L. Vega, «Gestión de riesgos en encadenamientos productivos sostenibles.» *Revista Venezolana de Gerencia*, vol. 26, n° 96, pp. 1396-1412, 2021.
- [33] P. López Roldán y S. Fachelli, *Metodología de la investigación social cuantitativa*, Campus de la UAB: España, 2015.
- [34] O. J. Herrera Ochoa y M. A. Marín, «Diseño General de las Etapas de Simulación de Procesos con Énfasis en el Análisis de Entrada.» de Proceedings Twelfth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology, Guayaquil, 2014.
- [35] A. Hueso y M. J. Cascant, *Metodología y Técnicas Cuantitativas de Investigación*, Valencia España: Ed Universitat Politècnica de Valencia, 2012.
- [36] L. Poleo Castillo, «La Holística y la Investigación.» *UCSAR*, vol. 1, n° 1, pp. 101-113, 2009.
- [37] A. P. Marcos, J. Z. Colón, M. R. Gutiérrez y A. M. Palmar, *Investigación Cualitativa*, España: Elsevier Health Sciences Spain, 2014.
- [38] J. P. Castellón Torres, J. L. García Alcaraz y W. Adarme Jaimes, «Freight consolidation as a coordination mechanism in perishable supply chains: A simulation study.» *DYNA*, pp. 233-242, 2015.
- [39] ISOTools, «Plataforma tecnológica para la gestión de la excelencia.» 20 febrero 2015. [En línea]. Available: <https://www.isotools.org/2015/02/20/en-que-consiste-el-ciclo-phva-de-mejora-continua/>.
- [40] C. J. Pérez Mera y H. J. Ramos Beltrán, *Aproximación al comportamiento vehicular en la intersección Av. NQS con calle 8 sur en la ciudad de Bogotá*, Bogotá: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, 2017.
- [41] R. M. Vanalle, W. C. Lucato, M. Vieira Júnior y I. D. Sato, «Monte Carlo Simulation as a Tool for Decision Making in an Assembly Line of a Manufacturing Company.» *Información Tecnológica*, vol. 23, n° 4, pp. 33-44, 2012.
- [42] A. N. Galvis Galindo y L. S. Martínez Beltrán, *Modelo de planeación del abastecimiento sostenible de fruter en tenderos del municipio de mosquera a través de un esquema de asociatividad*, Bogotá: Ciencia Unisalle, 2021.
- [43] R. Gonzalez Buitrago y P. A. Jimenez Obando, *Herramienta para la creación de una asociación de los tenderos pertenecientes al barrio Santa Rita suroriental ubicado en la UPZ 51- los libertadores de la localidad de San Cristobal – una contribución al desarrollo local*, Bogotá, Distrito Capital: Unisalle, 2009.
- [44] A. C. Díaz Ramírez, K. Frye Rocha y D. E. Cuesta Giraldo, «Development Economic regional and necessity the information financial and accountant the shopkeepers in the city of Ibagué.» *Revista Colombiana de Contabilidad*, vol. 6, n° 11, p. 175-197, 2018.
- [45] L. F. Callejas Jaramillo y K. C. Álvarez Uribe, «Trazabilidad en la cadena de suministro alimentaria: Un estudio bibliométrico.» *Revista CIES*, vol. 11, n° 2, pp. 277-297, 2020.
- [46] M. M. Aung y Y. S. Chang, «Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives.» *Food Control*, vol. 39, pp. 172-184. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.007>, 2014.
- [47] Y. D. Ladino Camacho, «Revitalización de las plazas de mercado.» Universidad Católica de Colombia, Bogotá, 2018.
- [48] L. García Guerrero, «Abastecimiento de plazas de mercado.» 30 Enero 2019. [En línea]. Available: <https://www.revistaalimentos.com/aumenta-abastecimiento-de-plazas-de-mercado/>.